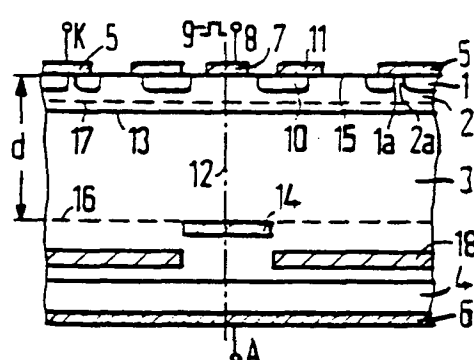


**PCT**  
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
 Internationales Büro  
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

99 08 725 [6] 

<p>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>5</sup> :  <b>H01L 29/74, 29/32, 31/111</b>  <b>H01L 21/263, 29/10</b></p>	<b>A1</b>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 92/17907</b></p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: <b>15. Oktober 1992 (15.10.92)</b></p>		
<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/DE92/00191</b></p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: <b>5. März 1992 (05.03.92)</b></p> <p>(30) Prioritätsdaten:  <b>P 41 10 099.9</b>      <b>27. März 1991 (27.03.91)</b>      <b>DE</b></p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): <b>SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-8000 München 2 (DE).</b></p> <p>(72) Erfinder; und            (75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : <b>SCHULZE, Hans-Joachim [DE/DE]; Ottostrasse 60 f, D-8012 Ottobrunn (DE). MITLEHNER, Heinz [DE/DE]; Isabellastrasse 25, D-8000 München 40 (DE). PFIRSCH, Frank [DE/DE]; Willroiderstrasse 8 a, D-8000 München 90 (DE).</b></p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>(74) Gemeinsamer Vertreter: <b>SIEMENS AG; Postfach 22 16 34, D-8000 München 22 (DE).</b></p> <p>(81) Bestimmungsstaaten: <b>AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), DK (europäisches Patent), ES (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), GR (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), MC (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US.</b></p> <p>Veröffentlicht  <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p> </td> </tr> </table>			<p>(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/DE92/00191</b></p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: <b>5. März 1992 (05.03.92)</b></p> <p>(30) Prioritätsdaten:  <b>P 41 10 099.9</b>      <b>27. März 1991 (27.03.91)</b>      <b>DE</b></p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): <b>SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-8000 München 2 (DE).</b></p> <p>(72) Erfinder; und            (75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : <b>SCHULZE, Hans-Joachim [DE/DE]; Ottostrasse 60 f, D-8012 Ottobrunn (DE). MITLEHNER, Heinz [DE/DE]; Isabellastrasse 25, D-8000 München 40 (DE). PFIRSCH, Frank [DE/DE]; Willroiderstrasse 8 a, D-8000 München 90 (DE).</b></p>	<p>(74) Gemeinsamer Vertreter: <b>SIEMENS AG; Postfach 22 16 34, D-8000 München 22 (DE).</b></p> <p>(81) Bestimmungsstaaten: <b>AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), DK (europäisches Patent), ES (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), GR (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), MC (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US.</b></p> <p>Veröffentlicht  <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/DE92/00191</b></p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: <b>5. März 1992 (05.03.92)</b></p> <p>(30) Prioritätsdaten:  <b>P 41 10 099.9</b>      <b>27. März 1991 (27.03.91)</b>      <b>DE</b></p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): <b>SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-8000 München 2 (DE).</b></p> <p>(72) Erfinder; und            (75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : <b>SCHULZE, Hans-Joachim [DE/DE]; Ottostrasse 60 f, D-8012 Ottobrunn (DE). MITLEHNER, Heinz [DE/DE]; Isabellastrasse 25, D-8000 München 40 (DE). PFIRSCH, Frank [DE/DE]; Willroiderstrasse 8 a, D-8000 München 90 (DE).</b></p>	<p>(74) Gemeinsamer Vertreter: <b>SIEMENS AG; Postfach 22 16 34, D-8000 München 22 (DE).</b></p> <p>(81) Bestimmungsstaaten: <b>AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), DK (europäisches Patent), ES (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), GR (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), MC (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US.</b></p> <p>Veröffentlicht  <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>			
<p>(54) Title: <b>THYRISTOR WITH ADJUSTABLE BREAKOVER VOLTAGE, AND A PROCESS FOR MANUFACTURING IT</b></p> <p>(54) Bezeichnung: <b>THYRISTOR MIT EINSTELLBARER KIPPSPANNUNG UND VERFAHREN ZU SEINER HERSTELLUNG</b></p> <div style="text-align: center; margin: 20px 0;">  </div> <p>(57) Abstract</p> <p>The invention concerns a thyristor with an npnp layer sequence. Located in the n-type base electrode (3), below the turn-on contact (7), is a zone (14) which is formed by irradiation with protons and which is doped with generation and recombination centres. The distance (d) of this zone (14) from the main surface (15) on the cathode side defines a reduced breakover voltage at which controlled firing of the thyristor occurs.</p> <p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Thyristor mit einer npnp-Schichtfolge, bei dem in der n-Basis (3) unterhalb des Zündkontaktes (7) eine durch Protonenbestrahlung gebildete, mit Generations- und Rekombinationszentren angereicherte Zone (14) vorgesehen ist, die durch ihren Abstand (d) von der kathodenseitigen Hauptfläche (15) eine reduzierte Kippspannung definiert, bei der eine kontrollierbare Überkopffzündung des Thyristors eintritt.</p>				

# **LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	FI	Finnland	MN	Mongolei
AU	Australien	FR	Frankreich	MR	Mauritanien
BB	Barbados	GA	Gabon	MW	Malawi
BE	Belgien	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GN	Guinea	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	GR	Griechenland	PL	Polen
BJ	Benin	HU	Ungarn	RO	Rumänien
BR	Brasilien	IE	Irland	RU	Russische Föderation
CA	Kanada	IT	Italien	SD	Sudan
CF	Zentrale Afrikanische Republik	JP	Japan	SE	Schweden
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SN	Senegal
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SU	Soviet Union
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	TD	Tschad
CM	Kamerun	LK	Sri Lanka	TG	Togo
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DE*	Deutschland	MC	Monaco		
DK	Dänemark	MG	Madagaskar		
ES	Spanien	ML	Mali		

1

1

- 5 Thyristor mit einstellbarer Kippspannung und Verfahren zu seiner Herstellung.

Die Erfindung bezieht sich auf einen Thyristor nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und auf Verfahren zu seiner Herstellung.

Wenn eine zwischen der kathodenseitigen und anodenseitigen Elektrode eines Thyristors anliegende, den Thyristor blockierende Spannung den Wert der Kippspannung (break over voltage) erreicht oder übersteigt, so erfolgt ein lokaler Durchbruch des die p-Basis von der n-Basis trennenden pn-Übergangs. Im allgemeinen tritt der Durchbruch an dem in der Seitenfläche des Thyristors liegenden Rand dieses pn-Übergangs auf. Zur Vermeidung eines solchen sehr häufig zur Zerstörung des Thyristors führenden lokalen Durchbruchs ist es aus der EP-A-0 088 967 bekannt, den pn-Übergang zwischen der p-Basis und der n-Basis durch Bestrahlung mit einem Laserstrahl unterhalb des zentralen Zündkontakts des Thyristors mit einer die Dicke der n-Basissschicht verringernden Ausbuchtung zu versehen und damit bereits bei einer reduzierten Kippspannung einen kontrollierbaren Durchbruch herbeizuführen, der im Bereich der Ausbuchtung auftritt. Dieser kontrollierbare Durchbruch führt zu einer Überkopfzündung des Thyristors, bei der eine thermische Zerstörung wegen der kontrollierbaren Zündausbreitung sicher vermieden wird. Nachteilig ist jedoch, daß die reduzierte Kippspannung hierbei nicht mit der gewünschten Genauigkeit und Reproduzierbarkeit auf einen bestimmten Spannungswert eingestellt werden kann.

- 35 Aus der EP-A-0 316 881 ist es andererseits bekannt, die Kippspannung eines Thyristors dadurch einzustellen, daß ein Teilbereich seines p-Emitters, der im lateralen Bereich eines Zünd-

1

2

kontakts oder einer lichtempfindlichen Thyristorzone angeordnet ist, eine höhere Dotierungskonzentration erhält als die übrigen Teile des p-Emitters.

5

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Thyristor der eingangs genannten Art anzugeben, bei dem der pn-Übergang zwischen der p-Basis und der n-Basis beim Erreichen einer einstellbaren, reduzierten Kippspannung in definierter Weise durchbricht, ohne daß hierdurch eine thermische Zerstörung eintritt, wobei die zur Einstellung der reduzierten Kippspannung getroffenen Maßnahmen in einfacher Weise durchzuführen sind. Das wird erfindungsgemäß durch eine Ausbildung nach dem kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 erreicht.

15

Der mit der Erfindung erzielbare Vorteil liegt insbesondere darin, daß die reduzierte Kippspannung, bei der der pn-Übergang zwischen der p-Basis und der n-Basis des Thyristors durchbricht, ohne daß dieser hierdurch Schaden erleidet, durch den in einfacher Weise wählbaren Abstand der mit den Generations- und Rekombinationszentren versehenen Zone von der kathodenseitigen Hauptflächemit hinreichender Genauigkeit und Reproduzierbarkeit eingestellt werden kann.

20

Der Anspruch 2 ist auf eine bevorzugte Weiterbildung der Erfindung gerichtet, der Anspruch 3 auf eine bevorzugte Ausgestaltung derselben. Die Ansprüche 4 bis 9 geben bevorzugte Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Thyristors an.

30

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

Figur 1 einen nach der Erfindung ausgebildeten Thyristor,

35

Figur 2 eine Darstellung zur Erläuterung eines Verfahrens zur Herstellung einer vereinfachten Ausführungsform des Thyristors nach Figur 1,

1

3

Figur 3 eine Darstellung zur Erläuterung eines zusätzlichen Verfahrensschrittes zur Herstellung der vollständigen, in Figur 1 dargestellten Ausführungsform,

5

Figur 4 ein anderes Verfahren zur Herstellung der vollständigen, in Figur 1 dargestellten Ausführungsform und

10

Figur 5 ein weiteres Verfahren zur Herstellung der vollständigen, in Figur 1 dargestellten Ausführungsform.

In Figur 1 ist ein Leistungsthyristor dargestellt, der einen Halbleiterkörper, zum Beispiel aus dotiertem Silizium, mit vier aufeinanderfolgenden Halbleiterschichten alternierender Leitfähigkeitstypen aufweist. Im einzelnen bestehen diese aus einem n-Emitter 1, einer p-Basis 2, einer n-Basis 3 und einem p-Emitter 4. Der n-Emitter 1 wird von einer mit einem Anschluß K versehenen, kathodenseitigen Elektrode 5 kontaktiert, der p-Emitter 4 von einer anodenseitigen Elektrode 6, die mit einem Anschluß A versehen ist. Ein bei A und K angeschlossener, im einzelnen nicht dargestellter äußerer Stromkreis enthält prinzipiell eine Spannungsquelle, die zum Beispiel eine Gleichspannung von 1000 Volt abgibt, und einen in Serie zu dieser liegenden Arbeitswiderstand. Dabei wird die anodenseitige Elektrode 6 durch die von der Spannungsquelle gelieferte Spannung auf ein gegenüber K positives Potential gelegt, so daß sich der Thyristor im blockierten Zustand befindet.

Ein die p-Basis 2 kontaktierender Zündkontakt 7 ist mit einem Anschluß 8 versehen, dem ein mit 9 bezeichneter, positiver Spannungsimpuls zugeführt wird, um den Thyristor zu zünden. Wird der sich im blockierenden Zustand befindende Thyristor hierdurch in den stromführenden Zustand übergeführt, so schließt er den äußeren Stromkreis durch eine niederohmige Verbindung zwischen A und K. Das Löschen des Thyristors, das heißt sein Übergang aus dem stromführenden in den gesperrten Zustand, erfolgt beispielsweise durch eine Abschaltung der genannten Spannungsquelle oder für den Fall, daß es sich bei dieser um eine Wechselspannungsquelle handelt, beim ersten

1

4

nach der Zündung auftretenden Nulldurchgang der gelieferten Wechselspannung.

5 Ein in die p-Basis 2 eingefügtes n-leitendes Gebiet 10 ist mit einer leitenden Belegung 11 versehen, die in Richtung auf den n-Emitter 1 soweit verlängert ist, daß sie den pn-Übergang zwischen 10 und 2 kurzschließt. Die Teile 10 und 11 bilden einen sogenannten Hilfsemitter (amplifying gate) der eine innere  
10 Zündverstärkung des Thyristors darstellt. Bei rotationssymmetrischem Aufbau des Thyristors ist die strichpunktierte Linie 12 als Symmetrieachse anzusehen. Mit 1a sind Ausnehmungen des n-Emitters 1 bezeichnet, die von entsprechenden Ansätzen 2a der p-Basis 2 ausgefüllt werden. Letztere werden von der kathodenseitigen Elektrode 5 kontaktiert. Die Teile 1a und 2a bilden Emitter-Basis-Kurzschlüsse, die eine unerwünschte Zündung  
15 des Thyristors beim Anlegen von Blockierspannungen verhindern.

Zwischen der p-Basis 2 und der n-Basis 3 befindet sich ein pn-  
20 Übergang 13, der beim Anlegen einer Blockierspannung an die Anschlüsse A und K in Sperrichtung vorgespannt wird. Erhöht man diese Blockierspannung auf den Wert der Kippspannung, so führt ein dann entstehender lokaler Durchbruch des pn-Übergangs 13 zu einer unkontrollierbaren Zündung des Thyristors,  
25 die diesen thermisch zerstören kann.

Um diese Gefahr zu beseitigen, ist nach der Erfindung durch maskierte Bestrahlung mit geladenen Teilchen eine Zone 14 der n-Basis, die sich im lateralen Bereich des Zündkontakts 7 oder  
30 bei einem lichtzündbaren Thyristor im lateralen Bereich einer lichtempfindlichen Thyristorzone befindet und etwa parallel zur kathodenseitigen Hauptfläche 15 verläuft, mit zusätzlichen Generations- und Rekombinationszentren versehen. Die geladenen Teilchen, die vorzugsweise aus Protonen oder Heliumkernen bestehen, erzeugen Defekte im Halbleitergitter, welche die Trägerlebensdauer herabsetzen. Unter dem Einfluß der an A und K anliegenden Blockierspannung bildet sich am pn-Übergang 13  
35 eine Raumladungszone aus, deren Breite sich mit ansteigender Blockierspannung vergrößert. Der Abstand der Zone 14 von der

1

5

kathodenseitigen Hauptfläche 15 wird nun so gewählt, daß dann, wenn die Blockierspannung den Wert einer gewünschten reduzierten Kippspannung erreicht hat, die untere Grenze der Raumladungszone mit der oberen Grenzfläche der Zone 14 gerade zusammenfällt. Für diesen Wert der Blockierspannung sind die Grenzen der Raumladungszone in Figur 1 eingezeichnet, wobei die untere Grenze mit 16 und die obere Grenze mit 17 bezeichnet sind. Beim Erreichen der reduzierten Kippspannung zündet der Thyristor, da die Verstärkung der aus den Schichten 4, 3 und 2 gebildeten pnp-Transistorstruktur im lateralen Bereich des Zündkontakts 7 schlagartig stark erhöht wird. Dies geschieht wegen des durch die Zone 14 stark erhöhten Generationsstroms in der Raumladungszone 16, 17. Das Zusammentreffen der Raumladungszonengrenze 16 mit der Zone 14, in der eine erhöhte Generation und Rekombination von Ladungsträgern stattfindet, bewirkt also die Überkopfzündung des Thyristors. Die reduzierte Kippspannung, bei der es hierzu kommt, wird durch den Abstand d der Zone 14 von der kathodenseitigen Hauptfläche 15 in einfacher Weise eingestellt.

Die kontrollierbare Zündung des Thyristors beim Erreichen der reduzierten Kippspannung kann bei einer variablen Einstellbarkeit der elektrischen Thyristordaten nach einer Weiterbildung der Erfindung auch dadurch gesichert werden, daß durch Bestrahlung mit geladenen Teilchen in der n-Basis 3 zusätzlich eine weitere Zone 18 mit Rekombinationszentren erzeugt wird, die sich außerhalb des lateralen Bereichs der Zone 14 befindet und sich ebenso wie diese parallel zur kathodenseitigen Hauptfläche erstreckt. Die Zone 18 ist dabei in einem größeren Abstand von der kathodenseitigen Hauptfläche 15 angeordnet als die Zone 14. Durch die Zone 18 wird die Rekombination in dem außerhalb der Zone 14 liegenden lateralen Bereich der n-Basis 3 vergrößert, was eine Einstellbarkeit zum Beispiel der Durchlaßspannung und der Speicherladung des Thyristors erlaubt und außerdem bewirkt, daß die Differenz der Verstärkung der pnp-Teiltransistoren in den Bereichen der Zone 14 und der Zone 18 weiter anwächst. Die in die Zone 18 eingebrachten geladenen Teilchen bestehen ebenfalls aus Protonen oder Heliumkernen.

1

6

Der erfindungsgemäße Thyristor nach Figur 1 ist aber auch ohne die Zone 18 voll funktionsfähig.

5 Die Herstellung eines erfindungsgemäßen Thyristors, der zwar die Zone 14, nicht aber die Zone 18 enthält, soll nun anhand von Figur 2 beschrieben werden. Dabei wird von einem aus den Teilen 1 bis 6, 10 und 11 bestehenden Thyristor herkömmlicher Bauweise ausgegangen. Die kathodenseitige Hauptfläche 15 wird  
10 außerhalb eines zentralen Bereichs, der für den Zündkontakt 7 oder bei einem lichtempfindlichen Thyristor für eine lichtempfindliche Thyristorzone vorgesehen ist, durch eine Maske 19, zum Beispiel aus Metall, vollständig abgedeckt. Dann erfolgt eine Bestrahlung des Thyristors mit geladenen Teilchen,  
15 zum Beispiel Protonen oder Heliumkernen, in Richtung der Pfeile 20. Dabei stehen diese unter dem Einfluß einer Beschleunigungsspannung, deren Größe so gewählt wird, daß die Teilchen mit einer kinetischen Energie beaufschlagt werden, welche sie bis zu einer dem Abstand  $d$  entsprechenden Eindringtiefe in den  
20 Halbleiterkörper eintreibt. Dort entsteht dann die mit Generations- und Rekombinationszentren angereicherte Zone 14 der n-Basis 3. Der Abstand  $d$  wird in erster Linie durch die Größe der Beschleunigungsspannung bestimmt, ohne daß die eingestrahlte Protonendosis, die pro  $\text{cm}^2$  etwa bei  $10^{10}$  liegen kann, eine  
25 kritische Rolle spielen würde.

Will man den auf diese Weise hergestellten Thyristor noch mit der Zone 18 versehen, so wird gemäß Figur 3 in einem weiteren Verfahrensschritt eine zusätzliche Bestrahlung des Thyristors  
30 durch seine kathodenseitige Hauptfläche 15 mit geladenen Teilchen der genannten Art vorgenommen, was durch die Pfeile 21 angedeutet ist. Dabei wird eine Maske 22, zum Beispiel aus Metall, verwendet, die zur Maske 19 invers ausgebildet ist und somit nur den zentralen Teil, der für einen Zündkontakt 7 oder  
35 für eine lichtempfindliche Thyristorzone vorgesehen ist, abdeckt. Durch Anwendung einer Beschleunigungsspannung, die größer ist als die zur Erzeugung der Zone 14 verwendete, dringen die geladenen Teilchen tiefer in den Halbleiterkörper ein, so daß in einem Abstand  $d'$  von der kathodenseitigen Hauptfläche



- 1 15 eine Zone 18 der n-Basis 3 entsteht, die mit den geladenen Teilchen angereichert ist. Die Zone 18 liegt dann in dem außerhalb der Zone 14 befindlichen lateralen Bereich des Thyristors. 5 Der Abstand  $d'$  ist größer als der Abstand  $d$  gemäß Figur 2.

Das vorstehend beschriebene, erfindungsgemäße Verfahren kann auch in der Weise abgeändert werden, daß die Bestrahlung des Thyristors mit den geladenen Teilchen durch seine anodenseitige Hauptfläche 23 hindurch erfolgt. Dabei werden in den Figuren 2 und 3 die Masken 19 und 22 jeweils zur Abdeckung der anodenseitigen Hauptfläche 23 verwendet und die Bestrahlungsrichtungen entsprechend umgekehrt, so daß die geladenen Teilchen durch die Hauptfläche 23 in den Thyristor eindringen. In diesem Fall wird die Beschleunigungsspannung zur Erzeugung der Zone 14 größer gewählt als die zur Erzeugung der Zone 18, um zu der bereits beschriebenen Größenrelation von  $d$  und  $d'$  zu gelangen.

- 20 Ein anderes Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Thyristors, der die Zonen 14 und 18 aufweist, besteht gemäß Figur 4 darin, daß von einem die Teile 1 bis 6, 10 und 11 enthaltenden Thyristor ausgegangen wird und eine ganzflächige kathodenseitige Bestrahlung desselben mit geladenen Teilchen, zum Beispiel Protonen oder Heliumkernen, erfolgt, wobei an die Stelle der Maske 22 von Figur 3 eine dieser in ihren lateralen Abmessungen entsprechende Blende 24 tritt. Diese Bestrahlung wird durch die Pfeile 25 angedeutet. Die geladenen Teilchen stehen hierbei unter dem Einfluß einer Beschleunigungsspannung, die sie außerhalb des lateralen Bereichs der Blende 24 eine Eindringtiefe  $d'$  erreichen, wobei die mit den geladenen Teilchen angereicherte Zone 18 entsteht. Gleichzeitig absorbiert die Blende 24 bei den auf sie treffenden Energie, daß die Blenden einen solchen Teil der kinetischen Energie, daß die Blende 24 durchdringenden Teilchen eine kinetische Restenergie aufweisen, durch die sie eine Eindringtiefe  $d$  erreichen. Auf diese Weise wird unterhalb der Blende 24 die Zone 14 im Abstand  $d$  von der kathodenseitigen Hauptfläche 15 gebildet.

1

8

Ein weiteres Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Thyristors mit den Zonen 14 und 18 wird anhand von Figur 5 beschrieben. Es besteht darin, daß ein die Teile 1 bis 6, 10 und 11 enthaltender Thyristor durch seine anodenseitige Grenzfläche 23 ganzflächig mit den bereits beschriebenen geladenen Teilchen bestrahlt wird, was durch die Pfeile 26 angedeutet ist. Dabei wird eine Blende 27 vorgesehen, die zur Blende 24 invers ist, das heißt den gesamten lateralen Bereich außerhalb eines für den Zündkontakt 7 oder für eine lichtempfindliche Thyristorzone vorgesehenen, zentralen Bereichs vollständig abdeckt. Die geladenen Teilchen stehen dabei unter dem Einfluß einer Beschleunigungsspannung, die sie innerhalb dieses zentralen Bereichs eine solche Eindringtiefe erreichen läßt, daß die Zone 14 im Abstand  $d$  von der kathodenseitigen Hauptfläche gebildet wird. Gleichzeitig absorbiert die Blende 27 bei den auf sie treffenden Teilchen einen solchen Teil der kinetischen Energie, daß die die Blende 27 durchdringenden Teilchen eine kinetische Restenergie aufweisen, durch die sie eine Eindringtiefe erreichen, welche dem Abstand  $d'$  von der kathodenseitigen Hauptfläche 15 entspricht. Hierbei entsteht im lateralen Bereich der Blende 27 die Zone 18.

Sieht man in den Verfahren gemäß den Figuren 4 oder 5 Blenden 24 bzw. 27 vor, die aus einem Halbleitermaterial gefertigt sind, das dem Material des Halbleiterkörpers entspricht, so kann die gewünschte Größenrelation von  $d$  und  $d'$  in vorteilhafter Weise dadurch erzielt werden, daß die Dicke der Blenden 24 und 27 der Differenz  $d' - d$  entspricht.

30

Bei einem Thyristor nach der Erfindung können die zur inneren Zündverstärkung dienenden Teile 10 und 11 auch entfallen. Weiterhin kann bei der Herstellung des Thyristors gemäß den Figuren 2 und 3 auch der in Figur 3 angedeutete Verfahrensschritt vor dem in Figur 2 angedeuteten vorgenommen werden.

35

## Patentansprüche

1. Thyristor mit einem Halbleiterkörper, der einen von einer  
5 kathodenseitigen Elektrode (5) kontaktierten n-Emitter (1) mit  
einer angrenzenden p-Basis (2) und einen von einer anodensei-  
tigen Elektrode (6) kontaktierten p-Emitter (4) mit einer an-  
grenzenden n-Basis (3) aufweist, die ihrerseits durch einen  
pn-Übergang (13) von der p-Basis (2) getrennt ist, d a -  
10 d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß eine Zone (14)  
der n-Basis (3), die sich im lateralen Bereich eines Zündkon-  
taktes (7) oder einer lichtempfindlichen Thyristorzone befin-  
det und etwa parallel zur kathodenseitigen Hauptfläche (15)  
verläuft, mit durch Bestrahlung mit geladenen Teilchen erzeug-  
15 ten, zusätzlichen Generations- und Rekombinationszentren ver-  
sehen ist, und daß die Zone (14) der n-Basis (3) in einem den  
Wert der Kippspannung des Thyristors bestimmenden Abstand "(d)  
von der kathodenseitigen Hauptfläche (15) angeordnet ist.
- 20 2. Thyristor nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n -  
z e i c h n e t , daß die n-Basis (3) in dem lateralen Be-  
reich, der sich außerhalb der genannten Zone (14) befindet,  
eine weitere, etwa parallel zur kathodenseitigen Hauptfläche  
(15) verlaufende Zone (18) mit durch Bestrahlung mit geladenen  
25 Teilchen erzeugten, zusätzlich eingebrachten Rekombinationszen-  
tren aufweist, die in einem größeren Abstand von der kathoden-  
seitigen Hauptfläche (15) angeordnet ist als die genannte Zone  
(14).
- 30 3. Thyristor nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß die geladenen Teilchen aus Pro-  
tonen oder Heliumkernen bestehen.
4. Verfahren zur Herstellung eines Thyristors gemäß Anspruch 1,  
35 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der den  
n-Emitter (1), die p-Basis (2), die n-Basis (3) und den p-Emit-  
ter (4) umfassende Halbleiterkörper zur Erzeugung der Zone (14)  
der n-Basis (3) unter Anwendung einer Metallmaske (19), die  
eine Hauptfläche (15) außerhalb eines für den Zündkontakt (7)

1

10

oder für eine lichtempfindliche Thyristorzone vorgesehenen, zentralen Bereichs vollständig abdeckt, durch diese Hauptfläche (15) mit geladenen Teilchen bestrahlt wird, wobei die letzteren unter dem Einfluß einer ersten Beschleunigungsspannung stehen, die sie mit einer den Abstand (d) der Zone (14) der n-Basis (3) von der kathodenseitigen Hauptfläche (15) bestimmenden, kinetischen Energie beaufschlagt.

5. Verfahren nach Anspruch 4 zur Herstellung eines Thyristors gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Halbleiterkörper zur Erzeugung der weiteren Zone (18) mit zusätzlich eingebrachten Rekombinationszentren unter Anwendung einer weiteren Metallmaske (22), die den zentralen Bereich der Hauptfläche (15) abdeckt, durch diese Hauptfläche (15) mit geladenen Teilchen bestrahlt wird, wobei die letzteren unter dem Einfluß einer zweiten Beschleunigungsspannung stehen, die sie mit einer den Abstand (d') der weiteren Zone der n-Basis von der kathodenseitigen Hauptfläche (15) bestimmenden, kinetischen Energie beaufschlagt.

6. Verfahren zur Herstellung eines Thyristors gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der den n-Emitter (1), die p-Basis (2), die n-Basis (3) und den p-Emitter (4) umfassende Halbleiterkörper zur Erzeugung der Zone (14) der n-Basis (3) und der weiteren Zone (18) kathodenseitig mit geladenen Teilchen bestrahlt wird, daß eine den zentralen Bereich der kathodenseitigen Hauptfläche (15) abdeckende erste Blende (24) vorgesehen wird, daß die geladenen Teilchen unter dem Einfluß einer Beschleunigungsspannung stehen, die sie mit einer den Abstand (d') der weiteren Zone (18) von der kathodenseitigen Hauptfläche (15) bestimmenden kinetischen Energie beaufschlagt und daß die erste Blende (24) einen solchen Teil der kinetischen Energie absorbiert, daß die erste Blende (24) durchdringenden geladenen Teilchen einen Abstand (d) der Zone (14) der n-Basis (3) von der kathodenseitigen Hauptfläche (15) bestimmende kinetische Restenergie aufweisen.

7. Verfahren zur Herstellung eines Thyristors gemäß Anspruch

1

11

2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der den n-Emitter (1), die p-Basis (2), die n-Basis (3) und den p-Emitter (4) umfassende Halbleiterkörper zur Erzeugung der Zone (14) der n-Basis (3) und der weiteren Zone (18) anodenseitig mit geladenen Teilchen bestrahlt wird, daß eine zweite Blende (27) vorgesehen ist, die die anodenseitige Hauptfläche (23) außerhalb eines für den Zündkontakt (7) oder für eine lichtempfindliche Thyristorzone vorgesehenen, zentralen Bereichs vollständig abdeckt, daß die geladenen Teilchen unter dem Einfluß einer Beschleunigungsspannung stehen, die sie mit einer den Abstand der Zone (14) der n-Basis (3) von der kathodenseitigen Hauptfläche (15) bestimmenden kinetischen Energie beaufschlagt und daß die zweite Blende (27) einen solchen Teil der kinetischen Energie absorbiert, daß die zweite Blende (27) durchdringenden geladenen Teilchen eine den Abstand ( $d'$ ) der weiteren Zone (18) von der kathodenseitigen Hauptfläche (15) bestimmende kinetische Restenergie aufweisen.

8. Verfahren zur Herstellung eines Thyristors nach einem der Ansprüche 4 bis 7, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die geladenen Teilchen aus Protonen oder Heliumkernen bestehen.

9. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die erste oder zweite Blende (24, 27) aus dem gleichen Halbleitermaterial besteht wie der Halbleiterkörper und daß jede dieser Blenden eine Dicke aufweist, die dem gegenseitigen Abstand der Zone (14) der n-Basis (3) und der weiteren Zone (18) entspricht.

1/2

FIG 1

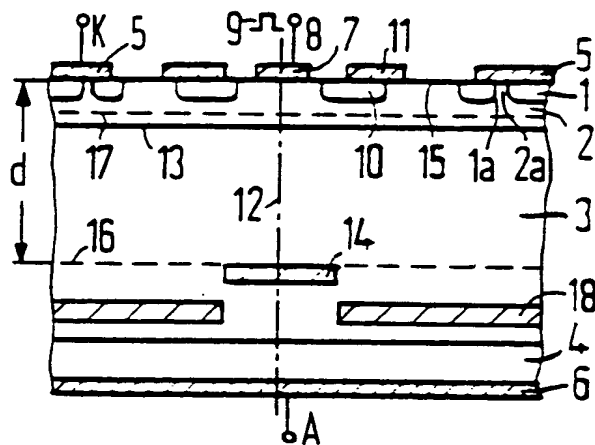


FIG 2

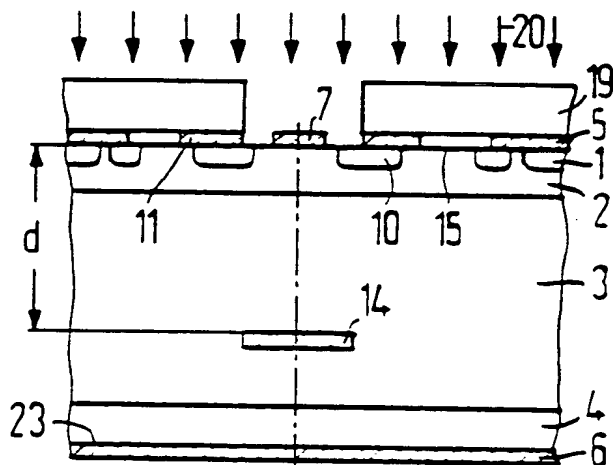
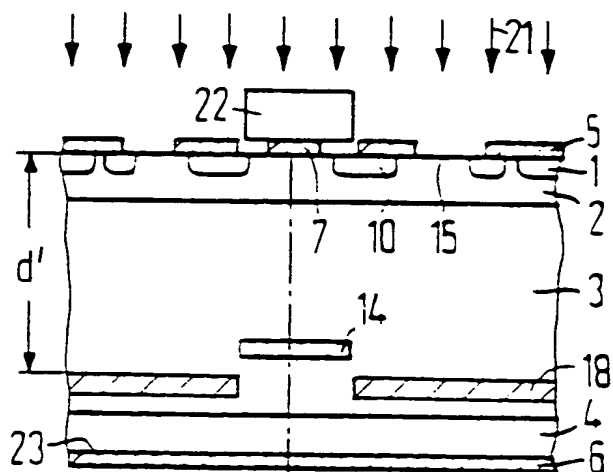


FIG 3



2/2

FIG 4

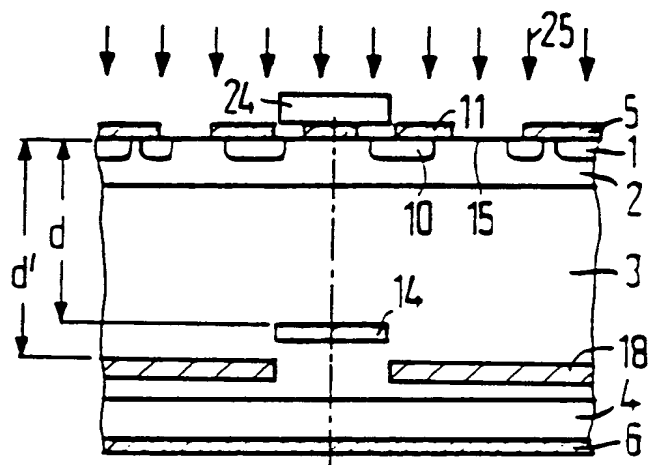
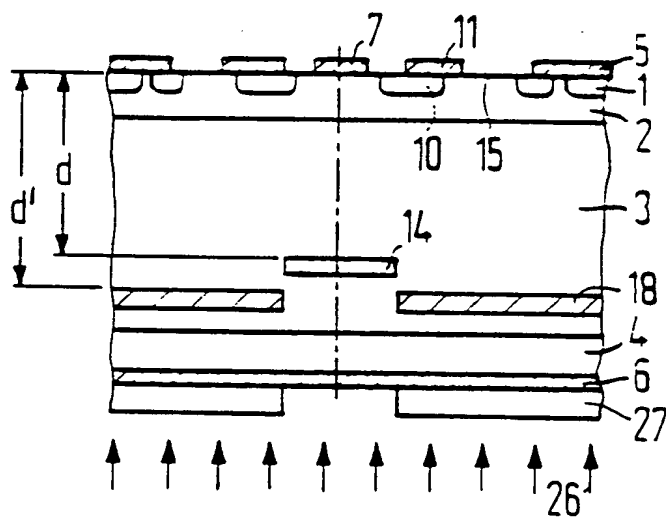


FIG 5



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE 92/00191

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.<sup>5</sup> H01L29/74; H01L29/32; H01L31/111; H01L21/263; H01L29/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>5</sup> H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,X	EP, A, 0423721 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 24 April 1991 * see the whole document *	1-9
X	EP, A, 0343369 (SIEMENS) 29 November 1989 * see the whole document *	1-9
A	RECORD OF THE 16TH ANNUAL IEEE POWER ELECTRONICS SPECIALISTS CONFERENCE 1985 June 1985, TOULOUSE, FRANCE pages 463 - 468; J.X. PRZYBYSZ: "LASER TRIMMING OF THYRISTORS TO ADD AN OVERVOLTAGE SELF-PROTECTED TURN-ON FEATURE" see abstract; figure 2	1-9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 June 1992 (25.06.92)

Date of mailing of the international search report

9 July 1992 (09.07.92)

Name and mailing address of the ISA/

EUROPEAN PATENT OFFICE

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE 92/00191

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE, A, 3151138 (MITSUBISHI DENKI K.K.) 8 July 1982, see abstract; figure 3	2,5-9
A	FR, A, 2144581 (SILEC-SEMI-CONDUCTEURS) 16 February 1973 see figures 4A, 4B	1-9

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT  
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO. DE 9200191  
SA 57244**

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on  
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information. 25/06/92

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP-A-0423721	24-04-91	JP-A- 3129879	03-06-91
EP-A-0343369	29-11-89	JP-A- 2020024 US-A- 4987087	23-01-90 22-01-91
DE-A-3151138	08-07-82	JP-A- 57109372	07-07-82
FR-A-2144581	16-02-73	None	

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 92/00191

I. KLASSEFIZIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben)<sup>6</sup>

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

Int.Kl. 5 H01L29/74; H01L29/32; H01L31/111; H01L21/263  
H01L29/10

## II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff<sup>7</sup>

Klassifikationssystem

Klassifikationssymbole

Int.Kl. 5

H01L

Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen<sup>8</sup>III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN<sup>9</sup>

Art. <sup>9</sup>	Kennzeichnung der Veröffentlichung <sup>11</sup> , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile <sup>12</sup>	Betr. Anspruch Nr. <sup>13</sup>
P, X	EP, A, 0 423 721 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 24. April 1991 * ganzes Dokument *	1-9
X	EP, A, 0 343 369 (SIEMENS) 29. November 1989 * ganzes Dokument *	1-9
A	RECORD OF THE 16TH ANNUAL IEEE POWER ELECTRONICS SPECIALISTS CONFERENCE 1985 Juni 1985, TOULOUSE, FRANKREICH Seiten 463 - 468; J. X. PRZYBYSZ: 'LASER TRIMMING OF THYRISTORS TO ADD AN OVERVOLTAGE SELF-PROTECTED TURN-ON FEATURE' siehe Zusammenfassung; Abbildung 2	1-9
A	DE, A, 3 151 138 (MITSUBISHI DENKI K.K.) 8. Juli 1982 siehe Zusammenfassung; Abbildung 3	2, 5-9

<sup>10</sup> Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen<sup>10</sup>:

- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

## IV. BESCHEINIGUNG

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

25. JUNI 1992

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

09. 07. 92

Internationale Recherchenbehörde

EUROPAISCHES PATENTAMT

Unterschrift des bevollmächtigten Beauftragten

SINEMUS M.

*Udo M. Sinemus*

III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)		
Art °	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	FR,A,2 144 581 (SILEC-SEMI-CONDUCTEURS) 16. Februar 1973 siehe Abbildungen 4A,4B.  ---	1-9

**ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.**

DE 9200191  
SA 57244

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

25/06/92

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP-A-0423721	24-04-91	JP-A- 3129879	03-06-91
EP-A-0343369	29-11-89	JP-A- 2020024 US-A- 4987087	23-01-90 22-01-91
DE-A-3151138	08-07-82	JP-A- 57109372	07-07-82
FR-A-2144581	16-02-73	Keine	

EP FORM P0473

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

